

TATIANA DE SOUSA JORGE

**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DA PROVA SHOE CLOSET
(SCT) COM IDOSOS EM REALIDADE VIRTUAL**

Orientador: Paulo Lopes

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Escola de Psicologia e Ciências da Vida**

**Lisboa
2017**

TATIANA DE SOUSA JORGE

**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DA PROVA SHOE CLOSET
(SCT) COM IDOSOS EM REALIDADE VIRTUAL**

Tese defendida em provas publicas para a obtenção do Grau de Mestre em Neuropsicologia, no curso de Mestrado em Neuropsicologia Aplicada, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, no dia 19 de Junho de 2017, nomeado pelo Júri com o Despacho Reitoral nº 188/2017, com a seguinte composição:

Presidente: Professor Doutor Pedro Gamito

Arguente: Professora Doutora Fátima Gameiro

Orientador: Professor Doutor Paulo Lopes

Co-Orientador: Professor Doutor Jorge Oliveira

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Escola de Psicologia e Ciência da Vida

Lisboa

2017

Dedicatória

Dedico esta dissertação de mestrado a uma das pessoas mais importantes da minha vida, à minha avó. Embora já não esteja presente, deu-me a força de lutar, de não desistir e de acreditar que lutando eu iria conseguir atingir as minhas metas.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer aos idosos do Centro Social Paroquial do Campo Grande, à Doutora Dina Bértolo e à Doutora Jéssica Ribeiro por toda a disponibilidade, sem eles o estudo não era possível ser realizado.

Quero agradecer aos meus dois orientadores, Prof. Doutor Paulo Lopes e Prof. Doutor Jorge Oliveira por todo o apoio e disponibilidade que tiveram em todo o processo da tese. Um especial agradecimento à Prof. Doutora Beatriz Rosa, pela sua colaboração no processo de recolha de dados.

Quero agradecer também aos meus colegas de mestrado e aos colaboradores do laboratório pela sua dedicação e ajuda na recolha de dados.

Não existem palavras para agradecer à minha mãe, por nunca me ter deixado desistir, ter feito de mim a pessoa que sou hoje, por estar sempre do meu lado, por me ter passado a força dela e me ter deixado voar. Um grande obrigado à minha madrinha, por me ter ajudado a crescer e dado a possibilidade dos meus sonhos se tornarem realidade.

Aos meus dois grandes amigos, Cláudio e Sara, quero agradecer por me terem acompanhado ao longo destes cinco anos. Pela grande demonstração de amizade, mesmo nos momentos mais difíceis fizeram-me ver que conseguia alcançar tudo o que eu mais desejava.

Resumo

Ao longo do tempo, a avaliação neuropsicológica foi baseada em papel e lápis. No entanto encontram-se desatualizadas, uma vez que não são representativos do funcionamento do mundo real. Uma variedade de cenários de realidade virtual (RV) já foram elaboradas com o objetivo de obter melhores resultados na avaliação funcional, obtendo deste modo, uma maior validade ecológica dos testes de avaliação neuropsicológica.

O objetivo deste estudo é estudar uma tarefa de avaliação cognitiva que replique uma atividade da vida diária de modo a verificar a sua validade e sensibilidade. A amostra é constituída por 31 (29 mulheres e 2 homens), com uma média de idade de 79,9 anos ($DP = 8,2$) e com uma média de 8,1 anos de escolaridade ($DP = 5,3$).

Os resultados da SCT estão correlacionados com o MoCA, sendo significativo apenas para o tempo de execução ($p = -.04$). O mesmo padrão foi obtido para a FAB. Não foram encontradas correlações significativas entre a pontuação total BDI e o índice de interferência do CTT com o SCT ($p > 0,05$). Os resultados indicaram que estas correlações foram observadas apenas para testes globais de funcionamento cognitivo (MoCA e FAB). Esses resultados mostraram que um desempenho mais fraco na SCT está associado a um mau funcionamento cognitivo e do lobo frontal, avaliado, respetivamente, pelo MoCA e pela FAB.

Palavras-chave: Avaliação Neuropsicológica; Realidade Virtual; Validade Ecológica; SCT

Abstrat

Over time, the neuropsychological assessment was based on paper and pencil. However, they are outdated as they are not representative of current real-world functioning. Several virtual reality (VR) scenarios have already been developed with the purpose of obtaining better results in the functional evaluation, obtaining in this way a greater ecological validity of the tests of neuropsychological evaluation.

The goal of this study is to study a cognitive evaluation task that replicates an activity of daily living to verify its validity and sensitivity. The sample consisted of 31 (29 women and 2 men), with an average age of 79,9 years (DP = 8,2) and an average of 8,1 years of schooling (DP = 5,3).

The results of the SCT are correlated with the MoCA, being significant only for the execution time ($p = -.04$). The same pattern was obtained for the FAB. No significant correlations were found between total BDI score and CTT interference index with SCT ($p > 0,05$). The results indicated that these correlations were only observed for global tests of cognitive functioning (MoCA and FAB). These results showed that a weaker performance in SCT is associated with a malfunction of the cognitive and frontal lobe, evaluated respectively by MoCA and FAB.

Keywords: Neuropsychological Evaluation; Virtual reality; Ecological validity; SCT

Abreviaturas, siglas e símbolos

BDI – Inventário de Depressão de Beck

CTT – Color Trails Test

DCL – Défice Cognitivo Ligeiro

FAB – Bateria de Avaliação Frontal

FV – Fluência Verbal

GSMT – Gibson Shoe Closet

MoCA – Montreal Cognitive Assessment

RV – Realidade Virtual

SCT - Teste Shoe Closet

SDK – Software Delevelopment Kit

SLB – Systemic Lisbon Battery

VKT – Virtual Kitchen Test

Índice

Introdução	10
CAPÍTULO I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
1.1. O Envelhecimento	12
1.1.1. Envelhecimento Cognitivo	13
1.2. Avaliação neuropsicológica	17
1.2.1. Validade Ecológica	18
1.2.2. Realidade virtual	20
CAPÍTULO II - METODOLOGIA	22
2.1. Amostra.....	23
2.2. Instrumentos.....	23
2.2.1. Montreal Cognitive Assessment (MoCA).....	23
2.2.2. Bateria de Avaliação Frontal (FAB)	23
2.2.3. Color Trails Test (CTT)	24
2.2.4. Inventário de Depressão de Beck (BDI)	24
2.2.5. Gibson Spiral Maze Test (GSMT)	24
2.2.6. Teste Shoe Closet (SCT)	24
2.3. Procedimento.....	25
CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
Resultados.....	27
Discussão.....	29
Conclusão	31
Referências	32
Apêndices.....	i

Índice de Tabelas

Tabela 1. Os dados descritivos sobre a avaliação neuropsicológicas.....	27
Tabela 2. Correlação entre SCT e as restantes variáveis.....	28

Introdução

A qualidade de saúde e esperança média de vida ao longo dos anos foi aumentando substancialmente, o que permitiu começarmos a pensar sobre o envelhecimento (Teixeira, 2007).

Segundo o Instituto Nacional de Estatísticas, em Portugal, é expetável que nos próximos anos continue a ocorrer um decréscimo da população jovem e um aumento da população idosa. As estimativas de população residente em Portugal, nos últimos anos, veio demonstrar que tem ocorrido um aumento no número de idosos (com 65 ou mais anos) e uma diminuição de população jovem (< 15 anos) e de pessoas com idades compreendidas entre os 15 e os 64 anos. Em 2011, por cada 100 jovens existiam 128 idosos (102 em 2001) e em 2013 por cada 100 jovens existiam 136 idosos (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2014).

A avaliação neuropsicológica fornece dados sobre o funcionamento cognitivo normal do cérebro e como este está a envelhecer. Sendo deste modo os resultados fulcrais para definir um desenvolvimento do envelhecimento normal da população (Canini et al., 2014). A maioria dos testes neuropsicológicos que avaliam as funções executivas não refletem as capacidades que o individuo tem na vida real ao realizar as tarefas (Parsons, 2015). A veracidade de um teste diz respeito aos resultados que resultam do teste estarem relacionados com os resultados de outros testes que refletem o desempenho do individuo nas tarefas quotidianas. Também diz respeito à semelhança das questões dos testes com as exigências do quotidiano (Tarnanas et al., 2013).

Ao longo do tempo, a avaliação neuropsicológica foi baseada em papel e lápis. No entanto, a comunidade científica começou a usar as tecnologias para melhorar a eficiência, a confiabilidade e custo-efetividade da avaliação neuropsicológica (Parsey, & Schmitter-Edgecombe, 2013).

Uma variedade de cenários de realidade virtual (RV) já foram elaboradas com o objetivo de obter melhores resultados na avaliação funcional e na reabilitação. Segundo os autores, a validade ecológica é fundamental para avaliar as capacidades cognitivas num contexto de mundo real (Parsons, 2015).

O objetivo deste estudo é estudar uma tarefa de avaliação cognitiva que replique uma atividade da vida diária de modo a verificar a sua validade e sensibilidade. Deste modo, é esperado que os resultados da Teste Shoe Closet (SCT) estejam correlacionados com os resultados dos testes tradicionais.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. O Envelhecimento

Segundo Mendes, Soares e Massi (2015), o envelhecimento é um “processo multidimensional e multifatorial abrangendo não só os aspetos biológicos, fisiológicos, como também o social, económico, psicológico, ecológico, cultural e espiritual.” (Mendes, Soares, & Massi, 2015, p. 576).

Existem dois tipos de envelhecimento, o saudável e o patológico (Fontaine, 2000). A Organização Mundial de Saúde (OMS) define o envelhecimento saudável como “o processo de desenvolvimento e manutenção da capacidade funcional que permite o bem-estar em idade avançada” (Organização Mundial de Saúde [OMS], 2015, p. 13). O envelhecimento saudável não é linear a todos os seres humanos, nem definidos por um nível específico de saúde. Por exemplo, pessoas com demência podem obter um envelhecimento saudável se tiverem acesso a todos os cuidados de saúde necessários. Deste modo, o envelhecimento saudável não é apenas envelhecer com ausência de doenças (OMS, 2015). É designado envelhecimento patológico quando o sujeito não consegue ter uma vida ativa e normal derivado à sua doença, por exemplo, o Alzheimer (Fontaine, 2000). Sendo deste modo considerado por Fontaine (2000) sinónimo de senilidade.

A partir dos anos 60, vários autores desenvolveram teorias do envelhecimento, não só com o objetivo de o descrever mas também de explicar e compreender o processo de envelhecimento bem-sucedido (Alaphilippe & Bailly, 2013).

Inicialmente foram apresentadas algumas teorias psicossociais, nas quais se incluíam a Teoria do descomprometimento, da atividade e da continuidade. Cumming e Henry (1961), na teoria do descomprometimento, referem que existe um desapego ou descomprometimento recíproco entre os idosos e a sociedade. Não só a sociedade lhe retira as suas funções, como o próprio idoso se desinteressa focando-se em si mesmo. Para que ocorresse um envelhecimento bem-sucedido a pessoa tinha necessariamente de se desvincular da sociedade e passar por todo o processo de envelhecimento com normalidade (cit in Alaphilippe & Bailly, 2013).

Ao contrário, a teoria da atividade afirma que o envolvimento do idoso em novas atividades sociais permite-lhe manter um nível elevado de autoestima e um envelhecimento saudável. Por fim, a teoria da continuidade engloba todo o ciclo de vida. O envelhecimento bem-sucedido está relacionado com a personalidade dos idosos e em manter o seu passado em continuidade, isto é, manter o seu modo de funcionamento interno (emoções, temperamentos...) e externo (atividades e papéis sociais). São as experiências passadas que

servem de referência para o futuro, permanecendo assim o idoso igual ao longo do tempo (cit in Alaphilippe & Bailly, 2013).

Posteriormente, surgiram algumas teorias do envelhecimento saudável. Baltes (1996) propuseram o modelo de otimização seletiva com compensação (SOC) que relaciona todas as perdas e ganhos ao longo de toda a vida. Durante o envelhecimento os sujeitos tendem a maximizar os ganhos e a minimizar as suas perdas. Com as alterações decorrentes no processo de envelhecimento, os idosos reorganizam e regulam os seus objetivos permitindo-lhes chegar a um envelhecimento bem-sucedido. Os autores referem existir três processos, o de seleção, o de otimização e o de compensação. No processo de seleção os idosos conforme vão perdendo capacidades, selecionam as suas atividades alterando os seus objetivos e prioridades. Escolhem as suas atividades dependendo das duas limitações, onde vão investir os seus recursos que correspondem às suas prioridades. A otimização e a compensação servem como mecanismos reguladores. A primeira serve como um investimento feito nas atividades realizadas de modo a que estas fiquem o melhor possível. A compensação diz respeito a preservar o nível da atividade através dos conhecimentos adquiridos e da experiência de cada um. Consoante as perdas fisiológicas e cognitivas, o sujeito recorre a recursos externos (p.e. aparelho auditivo) de modo a ser possível a realização dos seus objetivos (Baltes, 1996).

Brandtstadter e Rothermund (2002) sugeriram a teoria da flexibilidade/tenacidade de Brandtstadter que sugere duas estratégias que os sujeitos têm ao longo da vida: assimilação ou tenacidade e a acomodação ou flexibilidade, que em conjunto permitem manter um bom funcionamento durante o envelhecimento que por sua vez estão ligadas à satisfação de vida, ao bem-estar e a menores níveis depressivos.

1.1.1. Envelhecimento Cognitivo

Ao longo dos anos o organismo humano sofre modificações orgânicas degradando o estado físico e mental, sendo desta forma, a terceira idade que sofre grandes reduções nas capacidades cognitivas e sensoriais (Hollveg & Hamdon, 2008). Com o avançar da idade o cérebro sofre algumas transformações, nomeadamente uma diminuição do peso e do volume da massa cerebral, uma perda neuronal seletiva e uma baixa resistência à degeneração. As circunvoluções atrofiam-se, os sulcos entre elas dilatam-se e ocorre um aumento do volume dos ventrículos cerebrais (Almeida, 2006).

O envelhecimento saudável está relacionado com alguns danos nas estruturas cerebrais que levam à perda de algumas habilidades, tais como, percepção, memória,

dificuldades na linguagem, alterações nas funções executivas, dificuldades em realizar tarefas domésticas, desorientação no tempo e no espaço e velocidade de processamento.

McAvinue et al. (2012), realizaram um estudo com o objetivo de verificar quais as alterações existentes na atenção seletiva, focalizada e na capacidade de atenção. O processamento visual e as quedas vieram demonstrar que existe um declínio desta capacidade cognitiva com o envelhecimento. Os idosos apresentam mais dificuldades que os jovens na realização de tarefas dual task, devido à diminuição da capacidade de atenção seletiva. Embora a busca visual seja um recurso inato com a idade os idosos apresentam dificuldades em selecionar a informação relevante. No entanto se forem expostos a estudos de orientação visuoespacial com estímulos visuais, que esta capacidade se mantém intacta no envelhecimento. O controlo da atenção top-down nos idosos está preservada, de modo a que consigam compensar o declínio da função sensorial e percetiva. Um estudo sobre a pesquisa visual refere que os idosos apresentam mais dificuldades em tarefas de apresentação de estímulos por pequenos períodos de tempo e com alvos distratores, constatando que este resultado deriva deles serem capazes de orientar a sua atenção em top-down. Quando os idosos fazem uma busca visual ativam as áreas corticais frontais e parietais, que dizem respeito ao controlo da atenção, ao contrário dos adultos mais jovens que ativam áreas occipitais, que estão relacionadas com o processamento visual. Esta alteração ocorre devido à necessidade de compensação, uma vez que existe uma redução da atividade com o envelhecimento. Enquanto a capacidade de atenção visual vai piorando com o avançar da idade, a atenção focalizada apresenta pior desempenho na infância e na adolescência, melhora no início da idade adulta e deteora com o envelhecimento.

Inzitari, Newman, Yaffe, Boudreau, Rekeneire, e Shorr et al. (2007), verificaram que a velocidade da marcha está relacionada com a perda da capacidade de atenção. Derivado a fatores de risco a marcha pode ficar lentificada, sendo possível prever a existência de um declínio cognitivo nomeadamente na função cognitiva da atenção.

Existem evidências que a memória a curto prazo e a memória de trabalho reduzem com o envelhecimento. No que diz respeito ao componente loop fonológico da memória de trabalho, com o envelhecimento ocorre uma expansão da memória derivado às capacidades da linguagem que aumentam com a idade. No entanto devido às alterações biológicas, fisiológicas e psicológicas da memória, este sofre um declínio com a idade. Isto pode ser explicado através de um estudo realizado que preconiza que os idosos têm mais dificuldades em repetir não palavras do que os adultos e as crianças. Mostrando deste modo que quanto

maior a idade melhor é o desempenho mas com o envelhecimento os idosos só apresentam melhores resultados na repetição de dígitos, logo quanto maior o número de sílabas maior será a dificuldade dos idosos armazenarem a informação (Mascarello, 2013).

No componente da memória visuoespacial, em comparação com os adultos mais jovens, os idosos apresentam mais dificuldades derivado à diminuição da velocidade de processamento de informação e à diminuição do controlo inibitório. Uma vez que eles apresentam dificuldades em inibir a informação irrelevante na memória de trabalho tendem a ter uma menor eficiência no processo de decodificação e uma maior dificuldade em recuperar a informação (Mascarello, 2013).

A memória semântica é um dos mecanismos de memória mais estável ao longo de todo o ciclo de vida, embora os idosos apresentem queixas ao nível de recordar nomes de objetos ou locais (Brickman & Stern, 2009). O fenómeno da ponta da língua diz respeito à dificuldade que o sujeito tem em encontrar a palavra. Esta dificuldade aumenta com a idade e é mais frequente ocorrer quando a palavra é um nome próprio. Por exemplo, quando é dita a palavra “bandeira” todas as conexões semânticas disponíveis facilita a sua recuperação. Ao contrário quando é dito o nome próprio “António Banderas”, torna-se mais difícil recuperar (Facal-Mayo, Juncos-Rabadán, Álvarez, Pereiro-Rozas, & Fernández, 2006)

A memória semântica está associada ao acumular de conhecimentos adquiridos ao longo da vida e não possui grandes alterações com o envelhecimento normal (Brickman & Stern, 2009).

Ao contrário da memória semântica, a memória episódica diminui com o envelhecimento. Este tipo de memória requer a fase de codificação, armazenamento e recuperação da informação. Sendo evidentes alterações com o envelhecimento na codificação, sendo esta realizada de forma superficial (Brickman & Stern, 2009).

Relativamente à memória procedimental os estudos são pouco conclusivos. Brickman e Stern (2009) referem que esta diminui com a idade, apenas os movimentos tornam-se mais lentificados.

A fluência verbal (FV) é afetada por algumas variáveis sociodemográficas como idade, a escolaridade e o sexo, sendo que também pode estar relacionada com a perda de iniciativa ou à dificuldade de compreender e conseguir seguir as regras (Silva et al., 2011). No envelhecimento foi verificado que algumas áreas cerebrais ficam atrofiadas. As áreas pré-frontais, frontais e parietais são algumas delas, assim como regiões que dizem respeito ao controlo inibitório, memória de trabalho e orientação espacial. Os idosos têm um bom

conhecimento geral, vocabulário e capacidade de leitura derivado aos anos de vida e experiências, que permanecem estáveis com o envelhecimento. Para a compreensão da linguagem é necessário que haja acesso à informação que está relacionada com o léxico. No entanto, o processamento da linguagem torna-se lentificado derivado à memória de trabalho que é prejudicada com o avançar da idade (Federmeier et. al., 2010). Relativamente à nomeação com a idade os sujeitos tendem a ter mais dificuldades em recuperar os nomes de pessoas e objetos devido ao fenómeno da ponta da língua, como foi referido anteriormente (Madhavan et al., 2014).

Os estudos sobre a narrativa na terceira idade incidem muito sob a sua complexidade gramatical, tamanho, eloquência e manter a consistência. Os idosos por vezes têm grandes dificuldades para usar as estruturas gramaticais complexas. Havendo também uma redução do conteúdo de informação e consistência. Estas dificuldades estão relacionadas com a memória de trabalho e a velocidade de processamento (Rozas, & Rabadán, 2003).

A conversação pode ser prejudicada aquando realizada em dual task, por exemplo, caminhada. A conversação fica mais lentificada e prejudicada derivado à tarefa motora afetar a respiração e a respiração afetar o discurso (Kemper, Schmalzried, Herman, Leedahls, & Mohankumar, 2009).

A perda de visão e audição com o envelhecimento estão associados a grandes perdas de funcionalidade nas atividades da vida diária, gerando problemas no processo perceptivo. A perda de visão leva a limitações na realização de atividades diárias, quando não se lembra onde deixou determinado objeto ou utensílio que lhe seja essencial devido à perda de visão não será capaz de olhar para ele e identificar onde ele se encontra. Ficam também dependentes das atividades domésticas e de lazer. A perda de audição também tem um impacto drástico no enfraquecimento da comunicação verbal e de todas as atividades diárias que estejam dependentes da audição, ir a um concerto ou encontrar-se com amigos por exemplo (Heyl & Wahl, 2012).

Segundo Álvarez-Hernández et al. (2012) a perda da autonomia funcional varia entre o género, onde verificaram existir dificuldades na realização de tarefas do dia-a-dia. Todos os comportamentos relacionados com as atividades da vida diária tais como, cozinhar, fazer compras, limpar, tomar a medicação, gerir as contas, utilizar o telefone, usar o transporte público, subir e descer escadas e passear/caminhar, lavar/engomar. No entanto, nas duas últimas atividades são onde existe uma maioria nas mulheres para a sua realização é nas

tarefas relacionadas com o lavar/engomar, não porque os homens sejam incapazes de as realizar mas porque tradicionalmente não o fazem.

O declínio cognitivo leva ao síndrome de autonegligência, os idosos deixam de cuidar de si ao nível da alimentação adequada, vestuário, abrigo, higiene pessoal, toma de medicamentos e segurança (Dong, Simon, Wilson, Leon, Rajan, & Evans, 2010).

Os declínios relacionados com a idade, sem qualquer tipo de lesão ou doença, não se desenvolvem de maneira uniforme, algumas funções cognitivas são mais afetadas uma vez que a magnitude e a taxa de progressão varia consoante a função cognitiva (Camacho, 2012).

1.2. Avaliação neuropsicológica

A avaliação neuropsicológica é fundamental na localização de lesões, no diagnóstico de demências, de distúrbios psiquiátricos e de síndromes neuropsicológicas (Hollveg & Hamdan, 2008). Assim como na identificação de alterações nos domínios cognitivos, como a atenção, a memória, a linguagem, a capacidade de resolver problemas, de cálculo, capacidades percetivas motoras, velocidade de processamento, a inteligência e a capacidade académica/profissional, as emoções e a personalidade (Parsons, 2011).

A utilização da avaliação neuropsicológica nos idosos permite discriminar alterações cognitivas normais que estão associadas à idade, auxiliando na diferenciação de um estado de declínio cognitivo ligeiro (DCL) para alterações cognitivas mais relevantes, demências, quadros patológicos, emocionais e acidentes vasculares cerebrais (Paula et al., 2013). Também se obtém os resultados necessários para a formulação de planos terapêuticos adequados a cada indivíduo, tanto para prevenir o declínio cognitivo como eventual comportamento ou alteração cognitiva. No final da implementação do programa/plano adequado a cada idoso a avaliação cognitiva é utilizada para monitorizar se a intervenção realizada foi eficaz (Camacho, 2012).

Sendo por vezes difícil especificar o grau do declínio cognitivo e verificar se está dentro processo normal de envelhecimento, a avaliação neuropsicológica é determinante, sendo possível quantificar o grau do declínio ou detetar o estado inicial de demência (Hollveg & Hamdon, 2008).

Embora cada vez mais os idosos mantenham uma boa capacidade cognitiva, o declínio cognitivo continua a ser considerado inevitável, sendo bastante comum no envelhecimento. Deste modo, os investigadores constroem cada vez mais provas

neuropsicológicas para idosos, assim como dados normativos para a população com idade mais avançada (Camacho, 2012).

O desempenho cognitivo nos idosos é sensível a funções sensoriais e efeitos geracionais, sendo para Camacho (2012) deste modo justificável que avaliação neuropsicológica para idosos seja considerada um campo autónomo da avaliação neuropsicológica.

Segundo Chan, Touloupoulou e Chen (2008), os testes apresentados por clínicos e neuropsicólogos não são sensíveis o suficiente para detetar anomalias no funcionamento dos indivíduos. As funções executivas têm um grande impacto na vida diária, desde a capacidade de trabalhar à capacidade de realizar as atividades da vida diária de forma independente. Deste modo, existem dificuldades em obter uma avaliação precisa e válida das funções executivas, o desempenho do indivíduo num teste pode ter pouco valor preditivo em relação aos valores num outro teste ou até mesmo na vida real.

1.2.1. Validade Ecológica

A validade de um teste diz respeito à forma como o teste mede o que é pretendido (Parsons, 2011). Segundo Parsons (2011), existem quatro tipos de validade: a validade conceptual – se mede o que é suposto; a validade concorrente – grau com que um novo método se correlaciona com outro já existente e tido como válido; validade facial – diz respeito ao grau que um método aparenta medir aquilo que de fato pretende medir; e por último, a validade ecológica – é a validade que um teste tem de prever o desempenho do sujeito nas atividades da vida diária.

Vários autores referem que a avaliação neuropsicológica tradicional, em papel e lápis, podem afetar a validade ecológica limitando os próprios testes a avaliarem diversas capacidades do quotidiano (Chaytor, Schmitter-Edgecombe, & Burr, 2006).

Segundo Parsons (2015), as avaliações neuropsicológicas encontram-se desatualizadas, uma vez que ainda não foram validadas para o funcionamento diário, do mundo real. As avaliações estão focadas nas funções cognitivas (atenção, memória, funções executivas). Deste modo para que a avaliação neuropsicológica tenha uma maior validade ecológica, é necessário ter testes representativos do mundo real, que obtenham resultados que provenham do desempenho funcional. Passar a ser observável o funcionamento diário de forma direta, sendo que os testes de funcionamento não são o reflexo do mundo real (Wisconsin Card Test e Stroop), tendo pouca correspondência com a vida diária.

Chaytor, Schmitter-Edgecombe e Burr (2006), realizaram um estudo com o objetivo de melhorar a validade ecológica na avaliação neuropsicológica do funcionamento executivo (Trail Making Test, Wisconsin Card Sorting Test, Stroop e Controlled Oral Word Association Test) e da capacidade executiva da vida diária (provas de carácter informal). Os resultados indicaram que o grupo de testes de funcionamento executivo foram responsáveis por 18-20% da variação na capacidade executiva diária medida.

Farias, Harrell, Neumann e Houtz (2002), também com o objetivo de verificar a validade ecológica dos testes, realizou um estudo com 42 participantes com doença de Alzheimer. O funcionamento executivo foi medido através de escalas de atividades da vida diária, o que verificou que os resultados obtidos nos testes neuropsicológicos prediziam moderadamente a realidade, fornecendo evidências que existe uma relação entre o desempenho do indivíduo no teste e na atividade da vida diária.

Elst, Boxtel, Breukelen e Jolles (2008), com o intuito de verificar a validade ecológica dos testes neuropsicológicos em sujeitos normais. Avaliou a validade ecológica transversal e longitudinal dos resultados dos testes de pessoas neurologicamente intactas, concluindo que a mesma é de baixa a moderada (Elst, Boxtel, Breukelen, & Jolles, 2008).

Para se compreender a relação entre os testes neuropsicológicos e o desempenho do sujeito no mundo real é necessário ter em conta alguns fatores que influenciam o desempenho tanto na execução do teste como na vida diária, tais como, problemas emocionais, nível de funcionamento pré-mórbido, funcionamento motor, problemas de saúde e demandas cognitivas ambientais (Chaytor, Schmitter-Edgecombe, & Burr, 2006).

Um dos fatores que afeta a validade ecológica dos testes é o ambiente do teste. Em determinados ambientes, o indivíduo pode usar as habilidades compensatórias para a realização do mesmo, refletindo deste modo informações importantes que reflitam as suas competências quotidianas (Chaytor, Schmitter-Edgecombe, & Burr, 2006).

Para além da validade ecológica, a sensibilidade de um teste também está incluída no problema que a avaliação neuropsicológica tem para reforçar o seu rigor psicométrico. A sensibilidade de um teste é a capacidade que o mesmo tem para detetar a presença de alguma patologia corretamente (Parsons, 2011). Segundo Parsons, Carlew, Magtoto e Stonecipher (2015), as tarefas realizadas nos testes que avaliam o funcionamento executivo (Wisconsin, Trail Making Test e Fluência Verbal) nem sempre são preditoras de como os pacientes executam as tarefas no mundo real. Deste modo os ambientes de realidade virtual vieram aumentar a validade ecológica das avaliações neuropsicológicas.

1.2.2. Realidade virtual

A avaliação computadorizada teve início nos anos 80, em campos militares, com o objetivo de avaliar de forma rápida e eficiente o funcionamento cognitivo. Para além dos campos militares, as avaliações computadorizadas também foram usadas por neuropsicólogos que trabalhavam com indivíduos cognitivamente prejudicados (Parsey, & Schmitter-Edgecombe, 2013)

Desde a introdução do computador que a neuropsicologia demonstrou o seu interesse em informatizar as medidas de avaliação (Cernich, Brennana, Barker, & Bleiberg, 2007). A avaliação computadorizada consiste na utilização de uma interface de computador para administrar, marcar ou interpretar testes cognitivos. Sendo considerada avaliação computadorizada uma avaliação realizada com um computador, tablet digital, dispositivo portátil ou outra interface digital (Parsey, & Schmitter-Edgecombe, 2013).

Os testes realizados em computadores têm vantagens sob a avaliação tradicional (papel e lápis): uma normalização rigorosa na administração da prova, uma precisão do tempo de apresentação e de resposta de latência e uma maior facilidade na administração do teste. Também facilita no acesso dos dados obtidos e na pontuação dos testes, sendo estes incorporados no programa de *software*. No entanto, embora esses benefícios sejam evidentes, a avaliação computadorizada apresenta alguns problemas. Existe diferenças nos procedimentos dos testes, papel e lápis para os testes em computador, e existem diferenças nos resultados em pessoas que lidam com o computador para as que não estão familiarizadas com o mesmo (Cernich, Brennana, Barker, & Bleiberg, 2007).

A necessidade de um novo sistema de avaliação e reabilitação levou a comunidade científica a criar cenários de RV (Cipresso, Serino, Pedrolí, & Riva, 2014). A RV permite aos sujeitos imergirem numa simulação criada em computadores. Permite também o controlo de estímulos dinâmicos de perceção (visual, auditiva, olfativa, gustativa), fornecendo avaliações ecologicamente válidas, refletindo situações da vida real. Este tipo de tecnologia permite criar ambientes percetivos, onde é possível apresentar objetos em 3D de maneira consistente e precisa, manipuláveis pelo sujeito em avaliação de modo a que haja exigências nas tarefas num mundo virtual (Parsons, 2011). Permitindo também a criação de cenários perigosos ou que sejam financeiramente caros no mundo real (Parsons, 2015).

Ao contrário das medidas tradicionais, os testes em ambiente virtual têm vindo, cada vez mais, a tornarem-se atrativos, não só pelo seu envolvimento nas tarefas lhe dá uma menor sensação de estarem a ser avaliados como permite observar a realização das tarefas em tempo

real (Tarnanas et al., 2013), assim como tarefas do funcionamento diário, compras de supermercado entre outras (Cipresso et al., 2014).

Gamito et al. (2014), desenvolveram o teste Virtual Kitchen Test (VKT) com o intuito de avaliar o funcionamento do lobo frontal em pessoas com deficiência cognitiva. O teste tinha como objetivo os participantes numa primeira fase escolherem, por ordem, os ingredientes apresentados numa lista, de modo a fazerem um bolo. Numa segunda fase, é pretendido que os participantes realizem os movimentos contrários à primeira tarefa. Foi realizado um estudo com 49 participantes (25 com Síndrome de dependência de álcool e 24 saudáveis), onde foi verificado que o teste VKT avalia as funções cognitivas. Gamito et al. (2016), realizaram um estudo com o intuito de obter dados normativos para a Systemic Lisbon Battery (SLB), realizada em RV e que requerem o uso da memória e das funções executivas.

Segundo Cipresso et al. (2014), os investigadores começaram a usar e passar os testes para 3D, de modo a que sejam acessíveis a todas limitações, por exemplo a doentes com o *neglet* espacial. Muitos dos programas utilizados são integrados com o dispositivo Kinect. A Microsoft Kinect permite o uso de diversos dispositivos a baixo custo e disponibiliza um *Software Development Kit* (SDK) para integrar *softwares* de terceiros.

CAPÍTULO II

METODOLOGIA

2.1. Amostra

A amostra é constituída por trinta e sete participantes portugueses que foram recrutados do Centro Social Paroquial do Campo Grande, que é uma instituição católica de Campo Grande, Freguesia em Lisboa. Foram tidos em conta três critérios de exclusão: 1) mão esquerda como dominante, avaliada com o inventário Handedness; 2) ter problemas de visão; 3) história prévia de doença neurológica. Seis participantes foram excluídos devido a condições neurológicas anteriores, dois com acidente vascular cerebral, uma com a doença de Alzheimer, uma com lesão cerebral traumática e um com um tumor cerebral. Portanto, a amostra final foi composta por 31 participantes (29 mulheres), com uma média de idade de 79,9 anos (DP = 8,2) e com uma média de 8,1 anos de escolaridade (DP = 5,3).

2.2. Instrumentos

O protocolo de avaliação incluiu uma folha com questões referentes a dados sociodemográficos e condições médicas prévias que foram utilizadas como critérios de exclusão. A segunda parte do protocolo incluiu os testes neuropsicológicos que foram divididos em testes globais de funcionamento cognitivo e testes cognitivos específicos.

2.2.1. Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

O teste Montreal Cognitive Assessment - MoCA (Nasreddine et al., 2005) validado para a população Portuguesa por Freitas Simões e Santana (2011). O MoCA é amplamente utilizado como ferramenta de rastreio cognitivo. Trata-se de um teste breve e em papel, com exercícios cognitivos organizados em 8 domínios diferentes (funções executivas, capacidades visuoespaciais, memória, atenção, concentração e memória de trabalho, linguagem e orientação). A pontuação geral é de 30, sendo que as pontuações mais altas indicam uma melhor capacidade cognitiva. Uma pontuação total igual ou superior a 26 é considerada normal.

2.2.2. Bateria de Avaliação Frontal (FAB)

A Bateria de Avaliação Frontal - FAB (Dubois, Slachevsky, Litvan & Pillon, 2000) também foi utilizada como uma medida de rastreio breve das funções do lobo frontal. Este teste é validado para a população portuguesa por Lima, Meireles, Fonseca, Castro e Garret (2008). A FAB avalia seis domínios diferentes, nomeadamente, a conceptualização,

flexibilidade mental, programação motora, sensibilidade à interferência, controle inibitório e autonomia ambiental. A pontuação total é de 18, que indica o desempenho cognitivo padrão.

2.2.3. Color Trails Test (CTT)

O teste The Color Trail Test (D'Elia, Satz, Uchiyama & White, 1996) tem como objetivo específico avaliar a atenção sustentada. O CTT é apresentado numa folha A4 que contém círculos com números impressos em amarelo e rosa. Os participantes são convidados a ligar os círculos (com números) na ordem correta, o mais rápido possível e sem levantar a caneta, alternando entre círculos amarelos e rosas. A diferença entre as duas formas de CTT (CTT1 e CTT2) é que em CTT1 os participantes são convidados a ligar apenas os números e em CTT2 têm de ligar os números alternando a cor do círculo. O resultado foi o índice de interferência calculado por: tempo em segundos para CTT2 – tempo em segundos para CTT1 / tempo em segundos para o CTT1.

2.2.4. Inventário de Depressão de Beck (BDI)

A simatologia depressiva foi avaliada com o Beck Depression Inventory - BDI (Beck, Steer, & Brown, 1996), que é organizado em 21 itens avaliados em uma escala de 4 pontos. A pontuação total correspondente à gravidade dos sintomas depressivos e é classificada da seguinte forma: 0 a 10 não correspondendo a depressão ou depressão leve; 10 a 18 para depressão leve a moderada; 19 a 29 para depressão moderada a grave; 30 a 63 para depressão grave.

2.2.5. Gibson Spiral Maze Test (GSMT)

A Gibson Spiral Maze Test - GSMT (Gibson, 1969) consiste num simples labirinto espiral onde o indivíduo é convidado a desenhar uma linha sem tocar nas linhas do labirinto. Os resultados consistem em número de erros e tempo de resolução.

2.2.6. Teste Shoe Closet (SCT)

A aplicação de RV usada no estudo é o Teste Shoe Closet (SCT) que foi elaborado para a avaliação cognitiva. O SCT foi criado com o objetivo de complementar os dados da avaliação neuropsicológica tradicional com dados que descrevem o funcionamento de capacidades cognitivas em contextos funcionais. O SCT consiste numa sapateira virtual com 8 compartimentos de sapatos diferentes, divididos em 2 colunas por 4 linhas. O compartimento esquerdo acima é livre para permitir mover os 7 pares de sapatos, um de cada vez entre

compartimentos um de cada vez. O objetivo da tarefa é combinar cada par de sapatos com a cor de cada compartimento do armário sapato (vermelho, verde, azul, roxo, preto, amarelo e laranja). Os resultados desta tarefa são o número de movimentos e o tempo de execução (segundos). A interface com o teste consistiu no sistema Microsoft Kinect TM porque não requer qualquer dispositivo adicional para interagir com o ambiente, o que pode ser particularmente relevante para a população estudada. O sistema foi conectado a uma tela LCD de 60 polegadas onde ocorreu o SCT.

2.3. Procedimento

O protocolo de avaliação foi aprovado pelo Comitê de Ética da instituição onde o estudo foi concebido. Após consentimento informado, os participantes foram avaliados com os testes neuropsicológicos de papel e lápis descritos anteriormente e de acordo com a ordem de apresentação. Após essa avaliação, os participantes foram transferidos para outra sala para realizar a Shoe Closet teste. Foram instruídos a mover os sapatos no armário de sapatos, utilizando o braço direito para combinar com a cor de cada compartimento. Foi também explicado que só é possível ter um par de sapatas em cada compartimento, ao mesmo tempo. Tais instruções foram explicadas com 3 pares de sapatos de cores diferentes. Após o treino ser concluído, os participantes realizaram a prova por cerca de 6 minutos e meio. A sessão de avaliação que compreende os testes neuropsicológicos tradicionais e da SCT durou aproximadamente 45 minutos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados

Os procedimentos estatísticos realizados foram baseados em três diferentes níveis de análise de dados realizada no SPSS v.21. Para entender a tendência central e variabilidade das distribuições de dados procedeu-se à análise de estatísticas descritivas das distribuições de dados para as variáveis neuropsicológicas e os resultados da SCT. As relações entre os testes neuropsicológicos tradicionais e a SCT foram exploradas usando correlações bivariadas, seguida de regressão linear múltipla hierárquica, para identificar os preditores da capacidade cognitiva global avaliadas com o MoCA. As estatísticas descritivas da tendência central, a dispersão e os percentis 10 e 90% da distribuição de dados estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Os dados descritivos sobre a avaliação neuropsicológicas

	M	DP	Min	Max	P10	P90
MoCA	21.6	5.5	11	29	13.1	28
FAB	13.4	3.1	8	18	9	17
GSMT_TS	10.5	1.0	7	12	10	12
GSMT_ET	107.9	45.5	52	210	58	174
CTT_Index	1.2	0.8	-0.3	3	0.1	2.4
BDI	13.7	8.5	6	32	6	
SCT_Tries	11.6	2.0	9	18	10	14.2
SCT_ET	392.4	211.3	180	930	196.2	715

Note: MoCA – Montreal Cognitive Assessment; FAB – Frontal Assessment Battery; GSMT_TS – Total score in the Clifton maze; GSMT_ET – Execution time in the Clifton maze; CTT_Index – Interference index in the Color Trails Test; BDI – Beck Depression Inventory; SCT_Tries – Shoe Closet Test, number of movements; SCT_ET – Execution time.

A pontuação obtida para o MoCA está de acordo com os dados normativos aferidos para a população Portuguesa por Freitas e colaboradores (2011), de acordo com a faixa etária e educação nesta amostra. No entanto, a pontuação da FAB é menor do que o esperado para o mesmo grupo de sujeitos (Lima, Meireles, Fonseca, Castro, & Garret, 2008). Nenhuma informação foi divulgada sobre os dados normativos dessa população para as restantes medidas. Em relação à SCT, os resultados mostraram que, em média, os participantes precisam de 12 movimentos para realizar a tarefa.

O tempo de execução média foi de aproximadamente 6 minutos e meio.

Posteriormente, foi feita análise ao padrão de correlações entre estes resultados da SCT com os resultados dos testes neurocognitivos tradicionais, bem como para a idade e educação, que foram considerados como fatores preditores importantes da função cognitiva. Estas correlações estão apresentadas na Tabela 2.

Ambos os resultados da SCT estão correlacionados com anos de escolaridade, o que sugere que os indivíduos com ensino superior realizam a SCT de forma mais eficaz. Houve também uma correlação com o MoCA, sendo significativa apenas para o tempo de execução, embora o número de movimentos se aproximou do valor de significância ($p = 0,07$), o que indica que as pontuações mais baixas no MoCA estão associados com pior desempenho na SCT. O mesmo padrão foi obtido para a FAB, com os resultados da SCT. Não foram encontradas correlações significativas entre a pontuação total BDI e o índice de interferência do CTT com o SCT ($p > 0,05$). Para explorar ainda mais esse padrão de correlações, foram realizadas regressões lineares múltiplas hierárquicas para analisar os melhores preditores de desempenho no SCT, tanto para o número de movimentos como para o tempo de execução. Foram incluídos a variável controlada "anos de estudo", que mostrou uma relação significativa com ambos os resultados da SCT e as variáveis dos testes neuropsicológicos, a saber, o MoCA, FAB, índice de interferência do CTT. No que diz respeito ao número de movimentos no SCT, os preditores entraram na análise e explicou uma pequena proporção da variância na variável dependente ($R^2 = 0,34$), enquanto que o modelo não foi significativo, com apenas uma tendência à significância para a FAB ($B = -0,84$; $p = 0,068$). Para o tempo de execução na SCT, os preditores entraram na análise e explicou 48% da variância total da variável dependente para o modelo, incluindo todos os preditores ($F(4, 13) = 4,075$; $p = 0,037$).

No entanto, apenas o FAB mostrou um efeito estatisticamente significativo sobre a variável dependente ($B = -0,98$; $p = 0,024$).

Tabela 2. Correlação entre SCT e as restantes variáveis

	SCT Tries	SCT ET
Age	0.243	0.279
Schooling	-0.553**	-0.437*
MoCA	-0.388	-0.663**
FAB	-0.458*	-0.710**
GSMT_TS	-0.110	-0.245
GSMT_ET	0.169	0.299
CTT_Index	-0.022	0.038
BDI	-0.464	-0.065

Note: MoCA – Montreal Cognitive Assessment; FAB – Frontal Assessment Battery; GSMT_TS – Total score in the Clifton maze; GSMT_ET – Execution time in the Clifton maze; CTT_Index – Interference index in the Color Trails Test; BDI – Beck Depression Inventory.

Discussão

O principal objetivo deste estudo foi desenvolver e testar uma nova tarefa de avaliação cognitiva que reúna os aspetos relacionados à capacidade cognitiva, bem como os aspetos funcionais da cognição (ou seja, a operação em contextos naturalistas). O SCT foi testado numa amostra de idosos para entender de que forma os resultados do SCT estão associados a testes neurocognitivos tradicionais. Considerando os potenciais problemas com os dispositivos de *hardware* nesta população, a interação na atual aplicação foi feita com o uso do sistema *Microsoft Kinect* que traduz intuitivamente os movimentos do corpo em ações de RV. Os resultados mostraram que as correlações são significativas para ambos os indicadores do SCT.

As correlações foram na direção esperada, o que concorda com vários estudos que destacam a validade ecológica de novas tecnologias para avaliação cognitiva (Aubin, Béliveau, & Klinger, 2015; Lim, Wallace, Luszcz, & Leynolds, 2013; Tarnanas et al., 2013;), considerando que, mais movimentos e maiores tempos de execução foram associados com capacidades cognitivas mais pobres, assim como são avaliados com os tradicionais testes neurocognitivos. Além disso, os resultados indicaram que estas correlações foram observadas apenas para testes globais de funcionamento cognitivo (MoCA e FAB). Esses resultados mostraram que um desempenho mais fraco na SCT está associado a um mau funcionamento cognitivo e do lobo frontal, avaliado, respetivamente, pelo MoCA e pelo FAB, o que está de acordo com os estudos prévios na população clínica (Grewe et al., 2014; Oliveira, Gamito, Morais, Brito, Lopes, & Norberto, 2014; Gamito et al., 2014; Jovanovski, Zakzanis, Campbell, Erb, & Nussbaum, 2012). Houve também uma relação entre anos de educação no sentido de que a escolaridade está associada a um melhor desempenho. Não houve correlação com o índice de interferência dos CTT. A falta de correlações com a depressão e a capacidade psicomotora também é intrigante, dado que a tarefa subjacente ao SCT envolve a capacidade psicomotora, é difícil explicar por que esta medida não se relaciona com o desempenho no SCT. Uma possível explicação pode ser que o GSMT envolve capacidades psicomotoras finas que não são necessárias para executar o SCT no sistema Kinect. Também foram testados os melhores preditores de desempenho no SCT entre as variáveis criadas dos tradicionais testes neurocognitivos. Os resultados obtidos são preditores apenas para o número de movimentos no SCT. Os maiores efeitos encontrados foram para a pontuação total do FAB, o que sugere que o funcionamento do lobo frontal explica o desempenho no SCT.

No entanto, e para validar a noção de que as tarefas ecologicamente orientadas podem ajudar a entender o grau de funcionalidade, o estudo carece de uma avaliação de funcionalidade. É importante que outros estudos avaliem o grau de funcionalidade das atividades instrumentais da vida diária.

Os resultados globais são promissores e sugerem que o uso de aplicações de RV ecologicamente orientadas, que imitam as atividades da vida diária, podem ser importantes para entender o funcionamento cognitivo global ao invés da integridade de funções cognitivas específicas avaliadas com testes neurocognitivos tradicionais.

O estudo teve uma limitação técnica que não permitiu realizar o teste com canhotos, sendo um critério de exclusão. A amostra de conveniência também pode ter influenciado os resultados, assim como o tamanho da amostra ter sido reduzido. Para avaliar a atenção foi utilizado o teste CTT, por questões de custos foi impresso a preto e branco o que causou algumas dificuldades nos participantes, e posteriormente pode ter enviesado os seus resultados. A falta de testes específicos de atenção também pode ser anotado como uma limitação do estudo. Por último, algumas pequenas falhas técnicas de não deteção do movimento da mão dos participantes pode ter influenciado o tempo de resolução da tarefa e induzido alguma ansiedade nos idosos, sendo que a maioria não tem contato com as novas tecnologias.

Conclusão

Em suma, a SCT poderá ser usada como um complemento ao rastreio cognitivo com provas convencionais, embora não reflita uma tarefa de funcionamento da vida diária. Tem como vantagem o não necessitar da linguagem como o MoCA e a FAB, ficando acessível a determinadas populações.

Sugiro que nos próximos estudo seja tido em conta tarefas que sejam o reflexo do dia-a-dia, sejam criados ambientes mais realistas tanto no âmbito da tarefa (arrumar a loiça, por exemplo) como em termos de funcionalidade, ou seja que a exigência da tarefa se assemelhe a realidade.

O artigo do estudo, “Ecologically-oriented approach for cognitive assessment in the elderly” (Oliveira et al., 2016), pode ser verificado no apêndice 1.

Referências

- Alaphilippe, D., & Bailly, N. (2013). *Psicologia do adulto idoso*. Lisboa: Edições Piaget.
- Almeida, L. B. (2006). *A idade não perdoa? O idoso à luz da neurologia gerontológica*. Lisboa: gradiva
- Álvarez-Hernández, J., Aguilar-Porra, J., Mercader-Rubio, I. (2012). Cognición y autonomia en personas mayores dependientes. *Anales de psicologia*, 28, 3, 946-953
- Aubin G, Béliveau MF, & Klinger E. (2015). An exploration of the ecological validity of the Virtual Action Planning-Supermarket (VAP-S) with people with schizophrenia. *Neuropsychol Rehabil*. 28:1-20.
- Baltes, P. B. (1996). On the Incomplete Architecture of Human Ontogeny – Selection, Optimization, and Compensation as Foundation. *American Psychologist*, vol. 52, 4, 366 – 380
- Beck A. T., Steer R. A., & Brown G. K. (1996). *BDI-II: Beck Depression Inventory Manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation
- Brandtstädter, J., Rothermund, K. (2002). The Life-Course Dynamics of Goal Pursuit and Goal Adjustment: A Two-Process Framework. *Elsevier Science (USA)*, 22, 117-150
- Brickman, A. M., & Stern, Y. (2009). Aging and Memory in Humans. *Encyclopedia of neuroscience*, 175-180
- Camacho, M. (2012). Avaliação neuropsicológica com adultos idosos: especificidades. *Revista de Psicologia da IMED*, vol. 4, 1, 662-670
- Canini, M., Battista, P., Rosa, P. A. D., Catricala, E., Salvatore, C., Gilardi, M. C., et al. (2014). Computerized Neuropsychological Assessment in Aging: Testing Efficacy and Clinical Ecology of Different Interfaces. *Computacional and Mathematical Methods in Medicine*
- Cernich, A. N., Brennana, D. M., Barker, L. M., & Bleiberg, J. (2007). Sources of Error in Computerized Neuropsychological Assessment. *Archives of clinical Neuropsychology*, 39-48
- Chan, R. C. K., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23, 201-216

- Chaytor, N., Schmitter-Edgecombe, M., & Burr, R. (2006). Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 217–227
- Cipresso, P., Serino, S., Pedroli, E., & Riva, G. (2014). A virtual reality platform for Assessment and rehabilitation of neglect using a Kinect. *Studies in Health Technology and informatics*, 196: 66-8
- D'Elia L, Satz P, Uchiyama C, & White T (1996). Color trails test professional manual. Odessa, FL: *Psychological Assessment Resources*
- Dong, X., Simon, M. A., Wilson, R. S., Leon, C. F. M., Rajan, K. B., & Evans, D. A. (2010). Decline in Cognitive Function and Risk of Elder Self-Neglect: Finding from the Chicago Health Aging Project. *Am Geriatr Soc.*, 58(12): 2292-2299
- Dubois B, Slachevsky A, Litvan I, & Pillon B. (2000). The FAB: a frontal assessment battery at bedside. *Neurology* 55:1621–6
- Elst, W. V., Boxtel, M. P. J. V., Breukelen, G. J. P. V., & Jolles, J. (2008). A large-scale cross-sectional and longitudinal study into the ecological validity of neuropsychological test measures in neurologically intact people. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 787 - 800
- Facal-Mayo, D. Juncos-Rabadán, O., Álvarez, M., Pereiro-Rozas, A. X., & Fernández, F. D. (2006). Efeitos del envejecimiento en el acceso al léxico. El fenómeno de la punta de la lengua ante los nombres propios. *Revista de neurologia*, 43 (12): 719-723
- Farias, S. T., Harrell, E., Neumann, C., & Houtz, A. (2002). The relationship between neuropsychological performance and daily functioning in individuals with Alzheimer's disease: ecological validity of neuropsychological tests. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 655 – 672
- Federmeier, K. D., Kutas, M., & Schul, R. (2010). Age-related and individual differences in the use prediction during language comprehension. *Brain Lang.*, 115(3): 149-161
- Freitas S, Simões MR, Alves L, & Santana I. (2011). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Normative Study for the Portuguese population. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 33(9):989-96.
- Fontaine, R. (2000). *Psicologia do Envelhecimento*. Lisboa: Climepsi Editores
- Gamito, P., Oliveira, J., Caires, C., Morais, D., Brito, R., Lopes, P., et al. (2014) Virtual Kitchen Test: Assessing Frontal Lobe Functions in Patients with Alcohol Dependence Syndrome. *Methods of Information in Medicine*, 54(2):122-6.

- Gamito, P., Oliveira, J., Brito, R., Lopes, P., Rodelo, L., Pinto, L., & Morais, D. (2016). Evaluation of Cognitive functions through the Systemic Lisbon Battery: normative data. *Methods of Information in Medicine*, 55(1):93-7
- Gibson, H. B. (1969). The Gibson Spiral Maze Test: Retest data in relation to behavioural disturbance, personality and physical measures. *British Journal of Psychology*, 60(4): 523–528.
- Grewe, P., Lahr, D., Kohsik, A., Dyck, E., Markowitsch, H. J., Bien, C. G., et al. (2014). Real-life memory and spatial navigation in patients with focal epilepsy: ecological validity of a virtual reality supermarket task. *Epilepsy Behav.* 231:57-66.
- Heyl, V., Wahl, H. (2012). Managing Daily Life with Age-Related Sensory Loss: cognitive resources gain in importance. *Psychology and Aging*, 27(2): 510-521
- Hollveg, P., & Hamdon, A. C. (2008). Avaliação neuropsicológica em idosos. *RBCEH*, Passo Fundo, v. 5, nº 2, 110-123
- Instituto nacional de estatística (2014). População residente em Portugal com tendência para a diminuição e envelhecimento. Statistics Portugal
- Inzitari, M., Newman, A. B., Yaffe, K., Boudreau, R., Rekenire, N., & Shorr, R. et al. (2007). Gait Speed Predicts Decline in Attention and Psychomotor Speed in Older Adults: The Health Aging and Body Composition Study. *Neuroepidemiology*, 29:156-162
- Jovanovski D, Zakzanis K, Campbell Z, Erb S, Nussbaum D. (2012). Development of a novel, ecologically oriented virtual reality measure of executive function: the Multitasking in the City Test. *Appl Neuropsychol Adult.* 19(3):171-82.
- Kemper, S., Schmalzried, R., Herman, R., Leedahls, S., & Mohankumar, D. (2009). The effects of aging and dual task demands on language production. *Neuropsychol Dev. Cogn. B. Aging Neuropsychol Cogn.*, 16(3): 241-259
- Lim, F. S., Wallace T., Luszcz, M. A., & Reynolds, K. J. (2013). Usability of tablet computers by people with early-stage dementia. *Gerontology*, 59(2):174-82.
- Lima CF, Meireles LP, Fonseca R, Castro SL, & Garret C. (2008). The Frontal Assessment Battery (FAB) in Parkinson's disease and correlations with formal measures of executive functioning. *J Neurol*, 255:1756-61.
- Madhavan, K. M., McQueeney, T., Howe, S. R., Shear, P., & Szaflorski, J. (2014). Superior Longitudinal Fasciculus and Language Functioning in Healthy Aging. *Brain Res.*, 1562: 11-22.

- Mascarello, L. J. (2013). Memória de trabalho e processo de envelhecimento. *Psic. Rev. São Paulo*, 22: 43-59
- Mendes, J., Soares, V. M. N., & Massi, G. A. A. (2015). Percepções dos académicos de fonoaudiologia e enfermagem sobre processos de envelhecimento e a formação para o cuidado aos idosos. *Revista CEFAC*, 17 (2), 576 - 585
- McAvinue, L. P., Habekost, T., Johnson, K. A., Kyllingsbaek, S., Vangkilde, S., Bundesen, C. et al. (2012). Sustained attention, attentional selectivity, and attentional capacity across the lifespan. *Atten. Percept Psychophys*, 74: 1570-1582
- Nasreddine Z, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for Mild Cognitive Impairment. *American Geriatrics Society*, 52:695-699
- Oliveira J, Gamito P, Morais D, Brito R, Lopes P, & Norberto, L. (2014). Cognitive assessment of stroke patients with mobile apps: a controlled study. *Studies in Health Technology and Informatics*, 199:103-7.
- Oliveira, J., Gamito, P., Rosa, B., Bertolo, D., Ribeiro, J., Sousa, T., et al. (2016). Ecologically-oriented approach for cognitive assessment in the elderly. (in press). Proceedings of the 2016 Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques
- Organização Mundial de Saúde (2015). Relatório mundial de envelhecimento e saúde. United States
- Paula, J. J., Berttola, L., Ávila, R. T., Moreira, L., Coutinho, G., Moraes, E. N., et al. (2013). Clinical Applicability and Cutoff Values for an Unstructured Neuropsychological Assessment Protocol for Older Adults with Low Formal Education. *PLOS One*, 8(9)
- Parsey, C. M., & Schmitter-Edgecombe, M. (2013). Applications of Technology in Neuropsychological Assessment. *Clinical Neuropsychology*, 27(8)
- Parsons, T. D. (2011). Neuropsychological Assessment Using Virtual Environments: Enhanced Assessment Technology for Improved Ecological Validity. (Cap. 13, p. 271 – 289) Retirado: 27 de janeiro de 2016 de <http://ict.usc.edu/pubs/Neuropsychological%20Assessment%20Using%20Virtual%20Environments-%20Enhanced%20Assessment%20Technology%20for%20Improved%20Ecological%20Validity.pdf>

- Parsons, T. D. (2015). Virtual Reality for Enhanced Ecological Validity and Experimental Control in the Clinical, Affective and Social Neurosciences. *Frontiers in Human Neurosciences*, 9, 660
- Parsons, T. D., Carlew, A. R., Magtoto, J., & Stonecipher, K. (2015). The potential of function-led virtual environments for ecologically valid measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology. *Neuropsychological Rehabilitation*
- Rozas, A. X. P., & Rabadán, O. J. (2003). Relación entre cambios cognitivos y lenguaje narrativo en la vejez. *Psicothema*, 71-74
- Silva, T. B. L., Yassuda, M. S., Guimarães, V. V., & Florinda, A. A. (2011). Fluência verbal e variáveis sociodemográficas no processo de envelhecimento: um estudo epidemiológico. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 24 (4), 739-746
- Tarnanas, I., Schlee, W., Tsolaki, M., Müri, R., Mosimann, U., Nef, T. (2013). Ecological Validity of Virtual Reality Daily Living Activities Screening For Early Dementia: Longitudinal Study. *JMIR Serious Games*
- Teixeira, J. A. (2007). *Psicologia da Saúde, Contextos e Áreas de Intervenção (1ª edição)*. Lisboa: Climepsi Editores, Manuais Universitários.

Apêndice 1

Ecologically-oriented approach for cognitive assessment in the elderly

1. Jorge Oliveira

EPCV/ Lusophone University
COPELABS/Lusophone University
Campo Grande, 376
1749-024 Lisbon (Portugal)
+351 21 7505020 EXT:7003
jorge.oliveira@ulusofona.pt

2. Pedro Gamito

EPCV/ Lusophone University
COPELABS/Lusophone University
Campo Grande, 376
1749-024 Lisbon (Portugal)
+351 21 7505020 EXT:7003
pedro.gamito@ulusofona.pt

3. Beatriz Rosa

EPCV/ Lusophone University
COPELABS/Lusophone University
Campo Grande, 376
1749-024 Lisbon (Portugal)
+351 21 7505020 EXT:7003
beatriz.rosa@ulusofona.pt

4. Dina Bértolo

Psychology of Centro Social
Paroquial do Campo Grande
Campo Grande, 246
1700-094 Lisbon (Portugal)
+351 217 812 480
dina.bertolo@cspcg.pt

5. Jéssica Ribeiro

Psychology of Centro Social Paroquial
do Campo Grande
Campo Grande, 246
1700-094 Lisbon (Portugal)
+351 217 812 480
jessica.ribeiro@cspcg.pt

6. Tatiana Sousa

EPCV/ Lusophone University
Campo Grande, 376
1749-024 Lisbon (Portugal)
+351 21 7505020 EXT:7003
tatiana.sousa.jorge@gmail.com

7. Diogo Morais

EPCV/ Lusophone University
COPELABS/Lusophone University
Campo Grande, 376
1749-024 Lisbon (Portugal)
+351 21 7505020 EXT:7003
diogo.morais@ulusofona.pt

8. Fernando Ferreira

UNINOVA / FCT/DEE
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa
2829-516 Caparica (Portugal)
+351 21 2948529 EXT:13715
flf@campus.fct.unl.pt

9. Paulo Lopes

EPCV/ Lusophone University
COPELABS/Lusophone University
Ares do Pinhal
Campo Grande, 376
1749-024 Lisbon (Portugal)
+351 21 7505020 EXT:7003
paulo.jorge@ulusofona.pt

ABSTRACT

There is a growing body of research focusing on the ecological validity of neuropsychological assessments. For some authors, the neurocognitive tests should be developed to assess the operation of cognitive functions in real-world activities. This subject is particularly important in the elderly, where dysfunctions in daily life activities may signal the occurrence of severe cognitive impairments associated with Alzheimer's disease. For this purpose, the study reports on the development of virtual reality application for cognitive assessment. The Shoe Closet Test (SCT) replicates a functional task that was studied in a sample of old aged persons. Traditional neurocognitive tests were also used in order to establish the correlations with the outcomes of the SCT. The results showed that the SCT correlated with neurocognitive screening tests, although the only predictor of execution time in the SCT was frontal lobe functioning as measured with the Frontal Assessment Battery. These findings suggest that the use of ecologically oriented VR applications that replicate activities of daily living may be important to understand global cognitive functioning rather than the integrity of specific cognitive functions.

CCS Concepts

Applied computing Life and Medical Sciences

Keywords

Virtual reality, Ecological validity, Cognition, Elderly

1. INTRODUCTION

A great deal of research in neuropsychology has been focused on the ecological validity of neuropsychological assessments [1-5]. The neuropsychological examination can be considered as an extension of neurological examination, being based on the classical theories of Alfred Binet on intelligence assessment. However, these neuropsychological procedures, most of them developed during the middle of the Twentieth Century, do not take advantage of what new technologies have to offer [6]. This is part of a larger topic suggesting that traditional neuropsychological methods should be complemented with approaches that capture patients' ability to perform real life tasks (i.e., shopping, dressing or preparing breakfast), rather than only performance in pencil-and-paper exercises, which is particularly true for the tests used to assess cognitive functioning in the elderly. A major focus of research in this field has been on the decline of cognitive functions and the resulting loss of autonomy in the elderly, because the deterioration of cognitive functions impacting on functionality in daily life activities may be the first sign of dementia [7]. One possible approach to assess the operation of cognitive functions under more realistic contexts than those of paper-and-pencil tests may be the development of cognitive exercises based on real life activities with virtual reality (VR) [8].

There are previous attempts to develop VR setups for neurocognitive assessment. Some authors have found that performance in a shopping task of patients with focal epilepsy [9] stroke [10] and acquired brain injuries [11] predicts the scores from classic neurocognitive tests. Another study [12] tested these

assumptions with the Virtual Kitchen Test, which reflects a real-life activity of food preparation, but based on the rationale of a paper-and-pencil test. The results from a sample of patients with cognitive deficits have showed that scores (errors and task execution times) were positively correlated with the performance on traditional neuropsychological tests, being able also to discriminate between the cognitive performance of patients with cognitive deficits and controls.

These data suggest that this approach may be an alternative to classic neuropsychological tests, since the outcomes are in the same direction of those in paper-and-pencil tests, and at the same time they seem to be sensitive to cognitive decline. Hence, the main objective consisted on the development of a cognitive exercise in a virtual setup aiming at the detection of early signs of cognitive decline. The Shoe Closet Test (SCT) replicates a functional task that was used as neurocognitive test. The target population of this investigation comprised old age persons, without dementia, because the SCT aimed to detect subtle cognitive changes that may precede a clinical stage of dementia. The participants were recruited from an institution dedicated to elderly care. We expected that the outcomes of the VR test correlated with the outcomes from the traditional neuropsychological evaluation.

2. METHOD

2.1 Participants

Thirty-seven Portuguese participants aged above 65 years were recruited from *Centro Social Paroquial do Campo Grande*, which is a Catholic institution from Campo Grande Parish in Lisbon that have an important social role in this community. The exclusion criteria were: 1) left-handed as assessed with the Handedness inventory [13]; 2) not have normal or corrected-to-normal vision; 3) prior history of neurological disorder. Six participants were excluded due to prior neurological conditions; two with stroke, one with Alzheimer's disease, one with traumatic brain injury, and one with treated for a brain tumor. Therefore, the final sample comprised 31 participants (29 female) with a mean age of 79.9 years old ($SD = 8.2$) with in average 8.1 years of schooling ($SD = 5.3$).

2.2 Measures and Materials

The evaluation protocol included a sheet with questions regarding sociodemographic data along with previous medical conditions that was used as exclusion criteria. The second part of the protocol included the neuropsychological tests that were divided in global tests of cognitive functioning and specific cognitive tests.

The first test was the Montreal Cognitive Assessment – MoCA [14] validated to the Portuguese population [15]. The MoCA is widely used as cognitive screening tool. It is a brief paper-and-pencil with cognitive exercises organized in 8 different domains (executive functions, visospatial abilities, memory, attention, concentration and working memory, language and orientation). The overall score is 30 in which higher scores indicate better cognitive ability.

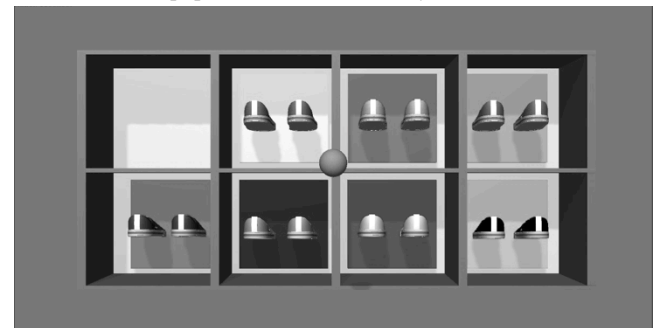
Also as screening tool, the Frontal Assessment Battery – FAB [16] was used to as a brief screening measure of frontal lobe functions. This test is also validated for the Portuguese population [17]. The FAB assesses 6 different domains, namely conceptualization, mental flexibility, motor programming, sensitivity to interference, inhibitory control, and environmental

autonomy. The overall score is 18 that indicate normal cognitive performance.

On the other hand, a specific test was used to assess attention abilities. The Color Trails Test – CTT [18] consists of an A4 sheet containing yellow and pink circles with numbers and letters. Participants are asked to link the circles (with numbers and letters) in the right order, as fast as possible, and without lifting the pen by alternating between yellow and pink circles. The difference between the two forms of the CTT (CTT1 and CTT2) is that in CTT2 the participants are asked to link only numbers and in CTT1 both numbers and letters (i.e., 1-A-2-B, etc.). The outcome was the index of interference calculated by: time in seconds for CTT2 - time in seconds for the CTT1/time in seconds for the CTT1.

In order to understand the relationships between the task being developed with potential cofounders, depression and psychomotor function were also assessed. Depression was evaluated with the Beck Depression Inventory – BDI [19], which is organized into 21 items assessed on a 4-point scale. The total score corresponding to severity of depressive symptoms is classified as follows: 0 to 10 corresponding to no depression or mild depression; 10 to 18 for mild to moderate depression; 19 to 29 for moderate to severe depression; 30 to 63 for severe depression. The other confounder was psychomotor function that was assessed using the Gibson Spiral Maze Test – GSMT [20]. This test consists in a simple spiral maze in which individual are asked to draw a line in a spiral without touching the lines of the maze. The outcomes were the number of errors and execution time.

The VR application used in our study is the Shoe Closet Test (SCT) that was designed for cognitive assessment. The SCT was created with the purpose of complementing the data from traditional neuropsychological evaluation with data describing the operation of cognitive processes under functional contexts. The SCT consists of a virtual shoe closet with 8 different shoe compartments divided in 2 columns by 4 rows. The above left compartment is free to allow moving the 7 pairs of shoes between compartments one at a time. The goal of the task is to match each pair of shoes with the color of each compartment of the shoe closet (red, green, blue, purple, black, yellow and orange). The outcomes of this task are the number of movements and execution time (seconds). Figure 1 depicts the starting point of this task. The interface with the test consisted of the Microsoft Kinect TM system because it does not require any additional device to interact with the environment [21], which may be particularly relevant for the population studied. The system was connected to



a 60 inch LCD screen where the SCT took place.

Figure 1. Starting point of the Shoe Closet Test

2.3 Procedure

The evaluation protocol was approved by the Ethics Committee of the institution where the study was conceived. After written informed consent, the participants were first assessed with the paper-and-pencil neuropsychological tests according to the order of presentation in the previous section. One expert in neuropsychology supervised the neuropsychological procedures conducted in this study. Following this assessment, the participants moved to another room to perform the Shoe Closet Test. They were instructed to move the shoes in the shoe closet using the right arm to match the color of each compartment. It was also explained that it is only possible to have one pair of shoes in each compartment at the same time. Such instructions were explained in the familiarization trial with 3 pairs of shoes of different colors. After training was complete, the participants engaged in the SCT that was performed for about 5 minutes. The assessment session comprising the traditional neuropsychological tests and the SCT lasted approximately 45 minutes.

3. RESULTS

The statistical procedures performed were based on three different levels of data analysis carried out in SPSS v.21. The statistical analysis started with descriptive statistics to understand the central tendency and variability of data distributions for neuropsychological variables and SCT outcomes. The relationships between traditional neuropsychological tests and the SCT were explored using bivariate correlations followed by hierarchical multiple linear regression to identify the predictors of global cognitive ability as assessed with the MoCA. The descriptive statistics of central tendency, dispersion and percentiles for 10 and 90% of the data distribution are depicted in Table 1.

Table 1. Descriptive data on neuropsychological assessment

	M	SD	Min	Max	P10	P90
MoCA	21.6	5.5	11	29	13.1	28
FAB	13.4	3.1	8	18	9	17
GSMT_TS	10.5	1.0	7	12	10	12
GSMT_ET	107.9	45.5	52	210	58	174
CTT_Index	1.2	0.8	-0.3	3	0.1	2.4
BDI	13.7	8.5	6	32	6	--
SCT_Tries	11.6	2.0	9	18	10	14.2
SCT_ET	392.4	211.3	180	930	196.2	715

Note: MoCA – Montreal Cognitive Assessment; FAB – Frontal Assessment Battery; GSMT_TS – Total score in the Clifton maze; GSMT_ET – Execution time in the Clifton maze; CTT_Index – Interference index in the Color Trails Test; BDI – Beck Depression Inventory; SCT_Tries – Shoe Closet Test, number of movements; SCT_ET – Execution time.

The score obtained for the MoCA is in line with the normative data provided by Freitas and colleagues [15] for the Portuguese population according to the age cohort and education in this sample. However, the score of the FAB is lower than expected for the same cohorts [17]. No information was available regarding the normative data in this population for the remaining measures. As regards to the SCT, the results showed that on average the participants need 12 moves to accomplish the task. The mean execution time was approximately of 6 and half minutes.

The second step in this analysis was to analyze the pattern of correlations between these outcomes of the SCT with the outcomes of the traditional neurocognitive tests as well as for age and education that have been considered as important confounders of cognitive function. These correlations are shown in Table 2.

Both outcomes of the SCT are correlated with years of schooling, suggesting that individuals with higher education complete the SCT more effectively. There was also a correlation with the MoCA, being significant only for execution time, although the number of movements approached near significance ($p = 0.07$), which indicates that lower scores in the MoCA are associated with poorer performance in the SCT. The same pattern was obtained for the FAB in both the outcomes of the SCT. No statistically significant correlations were found between the BDI total score and the interference index of the CTT with the SCT ($p > 0.05$).

To explore further this pattern of correlations, hierarchical multiple linear regressions were conducted to analyze the best predictors of performance in the SCT, both for the number of movements and execution time. We included the control variable “years of schooling” that showed a significant relationship with the both the outcomes of the SCT and the variables from the neuropsychological tests, namely, the MoCA, FAB, interference index of the CTT. As regards to the number of movements in the SCT, the predictors entered in the analysis explained a small proportion of variance in dependent variable ($R^2_a = 0.34$), while the model was not significant with only a trend towards significance for the FAB ($B = -0.84$; $p = 0.068$). For execution time in the SCT, the predictors entered in the analysis explained 48% of the total variance in the dependent variable for the model including all the predictors ($F(4, 13) = 4.075$; $p = 0.037$). However, only the FAB showed a statistically significant effect on the dependent variable ($B = -0.98$; $p = 0.024$).

Table 2. Correlations between the SCT and the remaining variables

	SCT Tries	SCT ET
Age	0.243	0.279
Schooling	-0.553**	-0.437*
MoCA	-0.388	-0.663**
FAB	-0.458*	-0.710**
GSMT_TS	-0.110	-0.245
GSMT_ET	0.169	0.299
CTT_Index	-0.022	0.038
BDI	-0.464	-0.065

Note: MoCA – Montreal Cognitive Assessment; FAB – Frontal Assessment Battery; GSMT_TS – Total score in the Clifton maze; GSMT_ET – Execution time in the Clifton maze; CTT_Index – Interference index in the Color Trails Test; BDI – Beck Depression Inventory.

4. DISCUSSION

The main objective of this study was to develop and test a novel approach for cognitive assessment that gathers the aspects related to cognitive ability as well as the functional aspects of cognition (i.e., operation in naturalistic contexts). The SCT was tested in a sample of old aged people to understand how the outcomes of the SCT are associated with traditional neurocognitive tests. Considering the potential problems with the hardware devices in this population, interaction in the current application was made with the use of Microsoft Kinect system that intuitively translates body movements into VR actions. The results showed that significant correlations for both the indicators of the SCT. The correlations were in the expected direction, which agrees with several studies highlighting the ecological validity of new technologies for cognitive assessment [3-5], considering that more movements and larger execution times were associated with poorer cognitive abilities as assessed with the traditional neurocognitive tests. Moreover, the results indicated that these correlations were observed only for global tests of cognitive

functioning (MoCA and FAB). These results have shown that poorer performance in the SCT is associated with poorer to worse cognitive and frontal lobe functioning as assessed respectively by the MoCA and the FAB, which is in line with previous studies in clinical population [9-12]. There was also a relationship between years of education in the sense that schooling is associated with better performance. There were no correlations with the interference index of the CTT. The lack of correlations with depression and psychomotor function is also intriguing. Given that the task underlying the SCT involves psychomotor function it is difficult to explain why this measure did not relate with performance in the SCT. One possible explanation may be that the GSMT involves fine psychomotor abilities that are not required to execute the SCT in the Kinect system. We tested also the best predictors of performance in the SCT among the variables from the traditional neurocognitive tests. The obtained results showed predictors only for the number of movements in the SCT. The higher effects found were for the FAB total score, which suggests that frontal lobe functioning explain performance in the SCT. Nevertheless and in order to validate our notions that ecologically-oriented tasks may help understanding the degree of functionality, the study lacks assessment of functionality. It is important that further studies assess the degree of functionality in instrumental activities of daily living.

Overall results are promising and suggest that the use of ecologically oriented VR applications that mimic activities of daily living may be important to understand global cognitive functioning rather than the integrity of specific cognitive functions as evaluated with traditional neurocognitive tests.

5. ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank to the technicians that participated in data collection as well as the staff from Centro Social Paroquial do Campo Grande for patients' recruitment.

6. REFERENCES

- [1] Chaytor N, Schmitter-Edgecombe M. (2003). The ecological validity of neuropsychological tests: A review of the literature on everyday cognitive skills. *Neuropsychol Rev.* 13(4):181-197.
- [2] Spooner D, Pachana N. (2006). Ecological validity in neuropsychological assessment: A case for greater consideration in research with neurologically intact populations. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21:327–337.
- [3] Lim FS, Wallace T, Luszcz MA, Reynolds KJ. (2013). Usability of tablet computers by people with early-stage dementia. *Gerontology*, 59(2):174-82.
- [4] Tarnanas I, Schlee W, Tsolaki M, Müri R, Mosimann U, Nef T. (2013). Ecological validity of virtual reality daily living activities screening for early dementia: longitudinal study. *JMIR Serious Games*, 6(1).
- [5] Aubin G, Béliveau MF, Klinger E. (2015). An exploration of the ecological validity of the Virtual Action Planning-Supermarket (VAP-S) with people with schizophrenia. *Neuropsychol Rehabil.* 28:1-20.
- [6] Parsons TD. (2011). Neuropsychological assessment using virtual environments: enhanced assessment technology for improved ecological validity. In S. Brahmam (Ed.), *Advanced Computational Intelligence Paradigms in Healthcare: Virtual Reality in Psychotherapy, Rehabilitation, and Assessment* (pp. 271- 289). Germany: Springer-Verlag.
- [7] Snyder PJ, Jackson CE, Petersen RC, Khachaturian AS, Kaye J, Albert MS, Weintraub S. (2011). Assessment of cognition in mild cognitive impairment: A comparative study. *Alzheimer's & Dementia*, 7:338–355.
- [8] Gamito P, Morais D, Oliveira J, Lopes P, Picarelli F, Correia S, Matias M. (2016). Systemic Lisbon Battery: Normative data for memory and attention assessments. *Journal of Medical and Internet Research: Rehabilitation and Assistive Technologies*, 55(1): 93-7.
- [9] Grewe P, Lahr D, Kohsik A, Dyck E, Markowitsch HJ, Bien CG, Botsch M, Piefke M. (2014). Real-life memory and spatial navigation in patients with focal epilepsy: ecological validity of a virtual reality supermarket task. *Epilepsy Behav.* 231:57-66.
- [10] Oliveira J, Gamito P, Morais D, Brito R, Lopes P, Norberto L. (2014). Cognitive assessment of stroke patients with mobile apps: a controlled study. *Studies in Health Technology and Informatics*, 199:103-7.
- [11] Jovanovski D, Zakzanis K, Campbell Z, Erb S, Nussbaum D. (2012). Development of a novel, ecologically oriented virtual reality measure of executive function: the Multitasking in the City Test. *Appl Neuropsychol Adult.* 19(3):171-82.
- [12] Gamito P, Oliveira J, Caires C, Morais D, Brito R, Lopes P, et al. (2014b) Virtual Kitchen Test: Assessing Frontal Lobe Functions in Patients with Alcohol Dependence Syndrome. *Methods of Information in Medicine*, 54(2):122-6.
- [13] Briggs, G. G., & Nebes, R. D. (1975). Patterns of hand preference in a student population. *Cortex*, 11:230-8.
- [14] Nasreddine Z, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for Mild Cognitive Impairment. *American Geriatrics Society*, 52:695-699.
- [15] Freitas S, Simões MR, Alves L, Santana I. (2011). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Normative Study for the Portuguese population. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 33(9):989-96.
- [16] Dubois B, Slachevsky A, Litvan I, Pillon B. (2000). The FAB: a frontal assessment battery at bedside. *Neurology* 55:1621–6.
- [17] Lima CF, Meireles LP, Fonseca R, Castro SL, Garret C. (2008). The Frontal Assessment Battery (FAB) in Parkinson's disease and correlations with formal measures of executive functioning. *J Neurol*, 255:1756-61.
- [18] D'Elia L, Satz P, Uchiyama C, White T (1996). *Color trails test professional manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- [19] Beck AT, Steer RA & Brown GK. BDI-II: Beck Depression Inventory Manual. San Antonio, TX: Psychological Corporation; 1996.
- [20] Gibson, H. B. (1969). The Gibson Spiral Maze Test: Retest data in relation to behavioural disturbance, personality and physical measures. *British Journal of Psychology*, 60(4): 523–528.
- [21] Cipresso P, Serino S, Pedrolì E, Riva G. (2014). A virtual reality platform for assessment and rehabilitation of neglect using a kinect. *Studies in Health Technology and Informatics*, 196:66-8.

